

Verfahren zum Hervorrufen oder Fördern einer Anthocyanfärbung in grundsätzlich Anthocyan-bildenden Pflanzen und/oder Früchten

5

Gebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Hervorrufen oder Fördern einer Anthocyanfärbung in grundsätzlich Anthocyan-bildenden Pflanzen und/oder Früchten.

10

Hintergrund der Erfindung:

Eines der wichtigsten Ziele der Fruchtproduktion ist die möglichst lange Lagerung von Früchten, die anschließend noch attraktiv aussehen, gut schmecken und gesund sein müssen. Aus diesem Grund sind Äpfel als Früchte in gemäßigten Breiten so wichtig, da die meisten Sorten diese Bedingungen erfüllen. Um dieses Ziel zu erreichen, erfolgt die Lagerung von Äpfeln heutzutage in sog. ULO-Lagern ("Ultra Low Oxygen") oder CA-Lagern ("Controlled Atmosphere"), in denen bei 0°C ein erhöhter Kohlendioxid- und ein stark verminderter Sauerstoffgehalt vorhanden ist. Stoffwechsel und Nachreife werden so verhindert und Lagerung bis zu 6 Monaten und mehr wird erreicht. Früher wurde nur die Temperatur reguliert, was zu kürzeren Lagerzeiten führt. Für den Verbraucher ist die Stärke der roten Pigmentierung (Färbung) der Rinde von Äpfeln ein wichtiges Kriterium für deren Qualität. Die Rotfärbung bestimmt damit den Wert der Äpfel am Markt.

30

Daher wird es als nachteilig empfunden, daß bei Früchten immer schon die Rotfärbung innerhalb eines Baumes stark variierte, und die im Schatten gewachsenen Früchte als qualitativ geringer eingestuft werden, und zwar vorwiegend wegen der Farbe.

35 Außerdem gibt es etliche bekannte und wohlschmeckende Sorten, die schlecht rot werden und deswegen weniger beliebt sind, als sie vielleicht sein könnten, z.B. Cox Orange. Erfahrungen beim Verkauf verschiedener Sorten gehen eindeutig dahin, daß rote Farbe über allen anderen Auswahlkriterien steht. Wichtige Sor-

- 2 -

ten, die überhaupt nicht rot werden, sind Golden Delicious (Europa und weltweit) und Granny Smith, der meist auf der Südhalbkugel (Neuseeland) produziert wird.

5 Deshalb ist die Erzeugung bzw. Förderung der Rotfärbung der Äpfel ein ständiges Ziel des Apfelbauern.

Obwohl der Mechanismus der Pigmentierung der Apfelrinde noch nicht vollständig aufgeklärt ist, ist es bekannt, daß eine 10 ausreichende Belichtung mit Sonnenlicht, aber auch künstlichem Licht (DE 3409796, WO 86/00492), die Pigmentierung verstärkt. Darüber hinaus ist bekannt, daß auch chemische Substanzen (FR 81 15845, EP 0 598 304) die Pigmentierung der Rinde von Äpfeln 15 vorteilhaft beeinflussen können. Allerdings ist die Verwendung chemischer Substanzen nicht immer unbedenklich (FR 81 15845) bzw. zeigt nicht bei allen Apfelsorten den gewünschten Effekt, und die Methoden, bei denen Sonnenlicht eingesetzt wird, sind 20 auf dessen Verfügbarkeit angewiesen.

20 Bekannte Verfahren zur künstlichen Belichtung setzen im allgemeinen weißes oder sonnenlichtartiges Licht ein, d.h. sie versuchen die natürliche Sonnenbestrahlung durch eine entsprechende Strahlung zu ergänzen oder zu ersetzen.

25 Ferner ist es aus der DE 34 09 796 A1 bereits bekannt, die Anthocyanbildung in Früchten und Pflanzen durch eine Kombination aus blauem und rotem Licht zu fördern. Die Auswahl des dort für die Bestrahlung gewählten Spektralbereiches bezieht sich 30 darauf, daß für die Anthocyansynthese zwei fotochemische Reaktionen bekannt sind, nämlich eine energieschwache, rot/langwellig-rot, umsteuerbare (reversible) phytochrom gesteuerte Reaktion und eine Intensivbestrahlungsreaktion, die im blauem und im langwellig roten Bereich des sichtbaren Lichtspektrums am wirksamsten ist. Für diese bei der Anthocyanbildung beteiligten Fotoreaktionen wird das Phytochrom 35 als Fotorezeptor diskutiert bzw. angenommen.

Die WO 86/00492 beschreibt ein Verfahren zur Kennzeichnung von Äpfeln, in dem die Äpfel mit einer lichtundurchlässigen Maske

- 3 -

versehen werden und dann mit einer künstlichen Lichtquelle, z.B. mit einer weißes Licht emittierenden Leuchtstoffröhre ("fluorescent light source") bestrahlt werden.

5 Die Ansprüche des Marktes fordern heutzutage einerseits gut aussehende und optimal gerötete Früchte, wobei der Markt insbesondere der Anwendung künstlicher Mittel, wie z.B. der Aufbringung chemischer Substanzen, kritisch begegnet. Die Verwendung von Licht zur Herbeiführung der Rötung kommt dagegen ohne 10 die Anwendung chemischer Mittel aus. Allerdings sind die bisher beschriebenen Verfahren, wie die Nachtunterbrechungsbehandlung vor der Ernte aufwendig und wenig effizient und die bekannten Bestrahlungsverfahren mit weißem, blauem oder rotem Licht sind langwierig und schon deshalb verbesserungsbedürftig. Eine Veränderung der Farbe anthocyangefärbter Früchte 15 oder Pflanzenteile im Sinne einer Attraktivitätssteigerung dieser Früchte oder Pflanzen konnte bislang nicht erzielt werden.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Hervorrufen oder Fördern einer Anthocyanfärbung in Pflanzen und/oder Früchten bereitzustellen, das sich durch eine besonders schnell erzielbare Wirkung auszeichnet und sich problemlos in die etablierten Schritte vom Anbau bis 25 zum Verkauf integrieren läßt, wobei insbesondere die Rotfärbung von Pflanzen(teilen) oder Früchten ermöglicht werden soll, die normalerweise keine rote Farbe entwickeln, z.B. von sog. grünen Apfelsorten.

30 **Zusammenfassung der Erfindung**

Überraschend wurde jetzt gefunden, daß UV-B Licht, und Licht, das sich aus einer Mischung von weißem Licht und Licht aus dem spektralen Bereich des UV-B zusammensetzt, die Anthocyanbildung von Pflanzen und/oder Früchten nicht nur fördert, sondern 35 ggf. erst induziert. Bei einer Verwendung von UV-B-Licht zusammen mit weißem Licht soll der UV-B-Anteil höher als in Sonnenlicht, wobei davon ausgegangen wird, daß der ~~UV-B-Anteil~~ ^{UV-B-Anteil} in Sonnenlicht (im Mittel) 2,5% beträgt. Die Anthocyanfärbung

- 4 -

lässt sich erfindungsgemäß auch durch eine Bestrahlung mit weißem Licht und zusätzlich mindestens einer blauen Licht emittierenden Lichtquelle fördern.

5 Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich im Prinzip auf alle anthocyanbildenden Strukturen von Pflanzen (z.B. Blüten und Blätter) bzw. deren Früchte anwenden. Anthocyane verursachen gelbe, orange, rote und blauviolette sowie blaue Farbtöne, wobei es sich um verschiedene Stoffgemische handelt, die in den Vakuolen gespeichert werden. Fast alle oberflächlich liegenden Zellen (Epidermis) von den oberirdischen Organen der Pflanzen speichern Anthocyane besonders gut, sind aber bei weitem nicht immer bunt, sondern oft mit farblosen, nur UV-Licht absorbierenden Anthocyanen gefüllt. Die gelben, gelbroten und roten Anthocyane sind chemisch etwas einfacher gebaut als die blauen. Manche Pflanzen können keine roten und blauen, manche keine blauen Anthocyane bilden. Anthocyane sind auch die Farbstoffe, die Blätter (z.B. Blutbuche, Buntnessel und viele Zierpflanzen) färben. Nicht alle gelben/roten Früchte/Blüten sind durch Anthocyane gefärbt, roter und gelber Paprika z.B. durch Carotinoide, die biosynthetisch völlig anders entstehen.

Bevorzugtermaßen wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Her vorrufen und Fördern der Rotfärbung oder Gelbfärbung (der Ausbildung roter oder gelber Anthocyane), stärker bevorzugt zur Förderung der Rotfärbung, insbesondere bei Früchten eingesetzt.

Wichtige Früchte, die durch Anthocyane rot oder gelb werden, wie Äpfel, Birnen, Pfirsiche, Nektarinen, Pflaumen, Kirschen (alle Rosengewächse), Blaubeeren und Preiselbeeren, fallen in das Gebiet der Erfindung. Bevorzugtermaßen wendet man das erfindungsgemäße Verfahren bei Birnen und Äpfeln, insbesondere bei Äpfeln an.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung fördert man die Anthocyanbildung in Äpfeln, die, wenn am Baum gereift,

- 5 -

normalerweise eine Rotfärbung, wenn auch oft nicht in dem gewünschten Maße, zeigen. Hierzu zählen beispielsweise *Cox Orange*, *Elstar*, *Gloster*, *Idared*, *Jonagold* und *Pilot*.

5 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Rotfärbung von Früchten, insbesondere Äpfeln gefördert, die sich normalerweise nicht rot färben. Dies erreicht man durch die Bestrahlung mit UV-B-Licht oder einer Mischung aus UV-B-Licht und weißem Licht und wurde erfolgreich beispielsweise an den 10 folgenden Apfelsorten durchgeführt.: *Golden Delicious*, *Zitronenapfel*, *Granny Smith* und *Mutsu*.

Da man in der Regel mit UV-B-Licht oder einer Mischung aus UV-B-Licht und weißem Licht die Anthocyanbildung stärker fördert 15 als mit einer Mischung aus weißem und blauem Licht, sind die ersten beiden Varianten bevorzugt.

Bei der Verwendung von UV-B-Licht setzt man bevorzugtermaßen 20 Lichtquellen ein, deren Strahlungsflußanteil im Bereich von 280-315 nm bezogen auf den Gesamtstrahlungsfluß von 100-780 nm ($\Phi_{280-315\text{ nm}} / \Phi_{100-780\text{ nm}}$; jeweils in Watt gemessen) nicht unter 10%, weiter bevorzugt nicht unter 20% liegt. In den derzeit bevorzugten Ausführungsbeispielen liegt der Wert für $\Phi_{280-315\text{ nm}} / \Phi_{100-780\text{ nm}}$ bei mindestens 30%, insbesondere bei mindestens 25 45%. Höhere Werte (z.B. mindestens 70 oder mindestens 90%) sind im Hinblick auf die Energieausbeute noch günstiger. Lampen mit solchen höheren Strahlungsflußanteilen im Bereich von 280-315 nm sind in der Regel aber teurer. Somit kann man mit günstigen käuflich erhältlichen UV-B-Lampen (z.B. TL 40W/12 30 der Fa. Philips), deren Wert (ca. 57%) für $\Phi_{280-315\text{ nm}} / \Phi_{100-780\text{ nm}}$ bei oberhalb von 45% liegt, bereits äußerst wirtschaftlich arbeiten.

Analog verwendet man vorzugsweise Blaulichtquellen bzw. Weißlichtquellen, deren Strahlungsflußanteil ($\Phi_{400-510\text{ nm}} / \Phi_{100-780\text{ nm}}$) bzw. ($\Phi_{400-780\text{ nm}} / \Phi_{100-780\text{ nm}}$) im Bereich von 400-510 nm bzw. 400-780 nm bezogen auf den Gesamtstrahlungsflusses von 35 100-780 nm bei mindestens 10%, insbesondere mindestens 20 bis 30%, am stärksten bevorzugt mindestens 45% liegt. Da Licht-

- 6 -

quellen für blaues bzw. weißes Licht mit Strahlungsflußanteilen von mindestens 70%, insbesondere mindestens 90% relativ günstig käuflich zu erwerben sind, ist das Arbeiten mit solchen Lichtquellen noch stärker bevorzugt.

5

Arbeitet man mit zwei Lichtquellen, deren Spektren sich überlappen, d.h. mit einer Mischung aus weißem und blauem Licht, so dürfen die entsprechenden Strahlungsflußanteile nicht null sein und sollten jeweils die zuvor spezifizierten Werte zei-
10 gen. Alternativ kann man mit einer Lichtquelle arbeiten, falls diese eine gegenüber weißem Licht im blauen Bereich entspre- chend angereicherte Strahlungsflußdichte aufweist.

Bei der Optimierung der Verfahrensbedingungen für die Bestrah-
15 lung spielen insbesondere die Zahl und Art der eingesetzten Lichtquellen, deren Leistung, deren Anordnung und Abstand re- lativ zu den Früchten, die Bestrahlungsdauer, die Temperatur und eine etwaige Nachlagerung unter Kühlung eine Rolle. Gene- rell sollte die Bestrahlung mit Licht in dem oben bereits nä-
20 her spezifizierten Wellenlängenbereich mit einer solchen In- tensität und über eine solche Zeitdauer durchgeführt werden, daß der gewünschte Effekt erzielt wird. Der Fachmann kann die hierfür geeigneten Parameter - je nach den zur Verfügung ste- henden Lichtquellen und der geometrischen Anordnung - experi-
25 mentell ohne größeren Aufwand feststellen.

Üblicherweise verwendet man pro Lichtsorte 1-8, bevorzugterma- ßen 1-4, insbesondere 2 Lichtquellen.

30 Die Anordnung der Lichtquellen stellt bevorzugtermaßen sicher, daß die Pflanze(n) bzw. die Frucht (Früchte) genau dort be- strahlt wird (werden), wo sich das Anthocyan bilden soll. Be- sonders bevorzugt ist die Anordnung zweier Lichtquellen pro Lichtsorte oberhalb der Pflanze (Frucht) bzw. der Pflanzen
35 (Früchte). Bevorzugtermaßen ordnet man sowohl die Lichtquelle als auch die zu bestrahlenden Früchte (Pflanzen) in einem Ge- häuse bzw. Behälter (insbesondere mit spiegelnden Oberflächen) an.

- 7 -

Der Abstand zwischen der (den) Lichtquelle(n) und den einzelnen Pflanzen (Früchten) beträgt bevorzugtermaßen bis zu 300 cm, insbesondere 25 bis 100 cm, bevorzugt 60 bis 80 cm. Man kann jedoch auch mit geringeren oder größeren Distanzen arbeiten, wenn man die anderen Verfahrensparameter (z.B. spektraler Strahlungsflußanteil und Leistung der Lampe, Bestrahlungsdauer) entsprechend anpaßt. Beispielsweise kann man einen größeren Abstand zwischen Früchten (Pflanzen) und Lichtquelle(n) durch eine höhere Leistung der Lichtquelle(n) oder durch einen höheren Strahlungsflußanteil derselben kompensieren.

Die Leistung der eingesetzten Lichtquellen liegt üblicherweise im Bereich bis zu 100W (20-100W), bevorzugtermaßen 36-60W pro Lichtquelle. Wegen Verlusten durch Wärme und Strahlung in "unerwünschten" Spektralbereichen wird in der Regel jedoch nur ein Bruchteil dieser Leistung im "gewünschten" Spektralbereich abgegeben. Beispielsweise liegt bei der käuflich erhältlichen UV-B-Leuchstofflampe TL 40W/12 der Fa. Phillips die im Bereich von 280-315 nm abgegebene Leistung bei 5,1 W. Bei der Wahl einer geeigneten Lichtquelle ist ferner zu beachten, daß eine höhere Leistung bei ansonsten identischen Verfahrensparametern nicht automatisch eine beschleunigte Anthocyanbildung mit sich bringt, da es zu Sättigungseffekten kommen kann. In einigen Beispielen wurde eine Wattleistung von 10 bis 20 W/m^2 gemessen.

Bevorzugtermaßen arbeitet man im erfindungsgemäßen Verfahren mit den folgenden Lichtintensitäten, wobei sich die angegebenen Werte auf die Lichtintensität (in $\mu\text{Es}^{-1}\text{m}^2$) an der Pflanze bzw. Frucht und auf den (die) Wellenlängenbereich(e) der jeweiligen Lichtsorte(n) beziehen.

Blau/Weiß: mehr als 1; stärker bevorzugt mehr als 2; insbesondere 20-50;
UV-B: mehr als 0,5; stärker bevorzugt mehr als 1,0; insbesondere 10-20;
UV-B/Weiß: mehr als 0,75; stärker bevorzugt mehr als 1,5; insbesondere 15-20;

- 8 -

Beim Mischen von blauem und weißem Licht beträgt das Verhältnis der Lichtintensitäten (blau/weiß) von 1/10 bis 10/1. Für eine Mischung aus UV-B und weiß beträgt das Verhältnis bevorzugtermaßen 1/20 bis 10/1.

5

Es ist bevorzugt, die Bestrahlung über einen Zeitraum zwischen 6 h und mehreren Tagen, insbesondere 12 bis 72 h, stärker bevorzugt 12 bis 36, am stärksten bevorzugt 12 bis 24 h durchzuführen. Bei der Bestrahlung von Früchten hängt die Wahl der Bestrahlungsdauer u.a. davon ab, ob die Früchte frisch geerntet sind oder bereits gelagert wurden. Frisch geerntete Früchte sprechen bei UV-B-Licht, ggf. gemischt mit weißem Licht, in der Regel stärker an als bereits längere Zeit gelagerte Früchte (z.B. mehr als 100 Tage, insbesondere mehr als 1 Jahr), so daß man innerhalb von 72h den Endwert der Rotfärbung erreicht. Bei bereits länger gelagerten Früchten können auch längere Bestrahlungszeiten als 72h zum Erreichen des Endwerts erforderlich sein. Der geeignete Bestrahlungszeitraum läßt sich durch Beobachtung der Pflanzen (Früchte) leicht ermitteln.

20

Auch die Temperatur hat auf die Anthocyanbildung einen Einfluß. Üblicherweise bestrahlt man ~~in einer Klimakammer~~ bei Temperaturen von 5 bis 25°C, bevorzugtermaßen bei 14 bis 19°C (insbesondere 15 bis 18°C), wobei die Bestrahlung in einer Klimakammer häufig besonders vorteilhaft ist. Bei diesen Temperaturen werden auch das Aussehen und der Geschmack der Äpfel so wenig wie möglich beeinträchtigt. Erfindungsgemäß bewährt hat sich das Bestrahlen bei 17°C (vorzugsweise in einer Klimakammer). Eine Regelung der Luftfeuchtigkeit in der Klimakammer ist nicht erforderlich, kann aber dazu beitragen, die Früchte "frisch" zu halten.

Man kann das erfindungsgemäße Verfahren auf sich noch am Strauch oder am Baum befindende Früchte anwenden, z.B. als Nachtunterbrechungsbehandlung. Bei Baumfrüchten, z.B. Äpfeln und Birnen, ist es jedoch aus wirtschaftlichen Erwägungen bevorzugt, die Früchte zunächst zu ernten. Die Früchte können dann entweder im frischen Zustand oder nach einer frei wählbaren Zeit der Lagerung bestrahlt werden.

Insbesondere, wenn man "frische" Früchte bestrahlt, ist es bevorzugt, die bestrahlten Früchte nach der Bestrahlung im Dunkeln zu lagern. (Ob eine Frucht "frisch" ist oder nicht, hängt entscheidend von den Lagerbedingungen und der Sorte ab, so daß die hier beschriebene Verfahrensvariante nicht nur auf frisch geerntete Früchte, sondern bevorzugtermaßen auch auf bis zu 1 Jahr, insbesondere auf bis zu 100 Tage gelagerte Früchte angewendet werden kann). Während dieser Nachlagerung beobachtet man oft trotz Dunkelheit eine Anthocyanbildung, die diese Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders vorteilhaft macht. Bevorzugtermaßen kombiniert man eine Bestrahlung über einen Zeitraum von 12 bis 72h, vorzugsweise 12 bis 36h, insbesondere 12 bis 24h mit einer Nachlagerung im Dunkeln über mindestens 2 bis 7 Tage. Eine über 10 Tage hinausgehende Nachlagerung ist jedoch problemlos möglich.

Die Nachlagerung kann in einem Temperaturbereich von 0°C bis ca. 30-35°C durchgeführt werden, wobei im Hinblick auf die angestrebte Frischhaltung der Früchte Temperaturen von 0-10°C bevorzugt sind. Überraschenderweise wurde festgestellt, daß ein frisch gepflückter Apfel, der 1 Tag bestrahlt und dann nachgelagert wurde (z.B. 1 Tag Bestrahlung mit UV-B oder einer Mischung aus UV-B und weißem Licht, dann 7tägige Nachlagerung im Kühlschrank bei 4°C), eine stärkere Rotfärbung zeigte als ein frisch gepflückter Apfel, der 3 Tage unter denselben Bedingungen bestrahlt wurde und nicht nachgelagert wurde. Zur Nachlagerung im Dunkeln eignen sich auch die bereits erwähnten ULO-Lager oder CA-Lager mit ihren typischerweise bei 0°C liegenden Lagertemperaturen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es auch möglich, die Pflanzen und/oder Früchte mit einer Aussparung der Anthocyanfärbung in einer beliebig zu wählenden Form zu versehen, indem man vor der Bestrahlung eine lichtundurchlässige Abdeckung mit dieser Form auf die nicht oder wenig pigmentierten Pflanzen und/oder Früchte aufbringt und diese Abdeckung nach der Bestrahlung wieder entfernt.

- 10 -

Damit ergibt sich nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die Möglichkeit, ein im Prinzip bekanntes Verfahren zur Aufbringung von Zeichnungen und Schriftzügen auf die Oberfläche von Früchten, insbesondere Äpfeln wesentlich zu verbessern, da das 5 neue Verfahren auch auf ansonsten grünbleibende Fruchtsorten angewandt werden kann. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß man diese Variante des Verfahrens auch noch lange Zeit nach der Ernte durchführen kann, wobei Belichtungszeiten von nur 2 10 Tagen genügen können, um eine deutlich sichtbare Anthocyanbildung hervorzurufen.

Die Fruchtoberfläche wird so z.B. zu einer neuen Werbefläche. Man kann auch an Weihnachtsmotive, Firmenlogos, Vornamen, Sprüche aller Art usw. denken, die so auf die Fruchtoberfläche 15 aufgebracht werden können. Dies bereichert den normalen Obstverkauf um eine zusätzliche Möglichkeit. Da das Muster sehr schnell und unabhängig von der Sorte aufgebracht werden kann, bietet die Erfindung mit ihrer schnellen und einfachen Methode zur nachträglichen Rötung von Früchten, insbesondere Äpfeln, 20 einen entscheidenden Vorteil gegenüber bekannten Verfahren. Das erfindungsgemäße Bestrahlungsverfahren ermöglicht es auch noch spät nach der Ernte kurzfristig auf Bestellung durch Aufbringen von Aufklebern und anschließende Bestrahlung ein Motiv auf die Oberfläche der Früchte aufzubringen.

25 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren läßt sich insbesondere beim Einsatz von spektralem UV-B oder einer Mischung aus UV-B und weißem Licht die Anthocyanbildung gegenüber herkömmlichen Verfahren beschleunigen.

30 Ein entscheidender Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Bestrahlung von Pflanzen und/oder Früchten ist es, daß es ohne großen technischen Aufwand schnell durchgeführt werden kann und sich problemlos in die bestehenden Verfahrensschritte 35 vom Anbau bis zum Verkauf eingliedern läßt. Bei Früchten, insbesondere Äpfeln ist es von großem Vorteil, daß sich das Verfahren in etablierte Lagerungsschritte integrieren läßt. Somit kann man die Früchte, insbesondere Äpfel ohne Frischeverlust bestrahlen und dann wie herkömmlich unter ULO- oder CA-

- 11 -

Bedingungen lagern. Der aufwendigste Schritt im Gesamtablauf, die Belichtung, kann folglich zentralisiert werden, d.h. dem Lagerbetrieb angegliedert werden.

5 Darüber hinaus wurde überraschend gefunden, daß insbesondere auch solche Früchte, die bei normaler Reifung und Lagerung grün bleiben, z.B. grüne Äpfel, nach einer Behandlung mit UV-B oder einer Mischung aus UV-B und weißem Licht eine kräftige Rotfärbung zeigen.

10

Figuren:

Die Figur 1 ist eine schematische Skizze einer Bestrahlungskammer, die sich für das erfindungsgemäße Verfahren eignet.

15

Die Figur 2 enthält 2 Fotografien von Äpfeln (a: Zitronenapfel, b: Golden Delicious), die nach einer 7-tägigen Bestrahlung mit 4 unterschiedlichen Lichtsorten (UV-A/Weiß, UV-B, Blau/Weiß, UV-B/Weiß) aufgenommen wurden.

20

Figur 3 ist ein Balkendiagramm, in dem die Absorption bei 527,5 nm von Extrakten aus den Schalen von Pilotäpfeln gegen die Bestrahlungsdauer in Stunden für 2 Versuchsreihen (Anthocyanmessung direkt nach der Bestrahlung; Anthocyanmessung nach Bestrahlung und zusätzlicher 7-tägiger Lagerung) aufgetragen ist.

25

Beispiele:

30 **METHODIK:**

Für das erfindungsgemäße Bestrahlungsverfahren verwendete man eine auf 17°C eingestellte Klimakammer (1), wie sie in Figur 1 dargestellt ist. Beim Arbeiten mit farbigem bzw. UV-Licht wurden je zwei Lampen (2) (Abstand 50 cm, je 25 cm von der Dekkenmitte) in einer Höhe von 80 cm an der Decke einer Klimakammer mit den folgenden Maßen befestigt: 160 cm Höhe x 120 cm Breite x 140 cm Tiefe. Beim Einsatz von Mischungen aus farbigem bzw. UV-Licht mit weißem Licht verwendete man zusätzlich

- 12 -

zwei Weißlichtlampen (3), die man rechts und links der farbigen (bzw. UV)-Lampen (2), und zwar jeweils 10 cm weiter von der Deckenmitte entfernt, anbrachte. Für die Bestrahlung mit Weißlicht verwendete man 4 Lampen (2, 3), die die gleiche An-
5 ordnung wie bei der Mischlicht-Bestrahlung hatten. Die Positi-
on der zu bestrahlenden Früchte (20-50 Früchte pro Versuch) ist durch schwarze Balken (4) dargestellt. Der Abstand zwi-
schen den Früchten und den Lampen ist durch den Doppelpfeil
10 (5) angedeutet. Die Innenwände der gesamten Kammer (1) waren
mit einer Metallfolie verspiegelt.

Wo in den Beispielen von einem Versuchsaufbau "halbe Kammer" die Rede ist, wurde die Kammer durch die schwarze, nicht ver-
15 spiegelte Zwischenwand (6) getrennt. In den Versuchen mit ei-
ner "halben Kammer" arbeitete man folglich mit nur 1 bzw. 2 Leuchtstoffröhren und ca. halben Lichtintensitäten.

Die Bestrahlungen wurden mit den folgenden Lichtquellen durch-
geföhrt.

20 Weißes Licht: Phillips TLD 36W/83 (Länge: 120 cm)
Blaues Licht: Phillips TLD 36W/18 BLUE (Länge: 120 cm)
Rotes Licht: Phillips TLD 36W/15 RED (Länge: 120 cm)
UV-A: Phillips TL 60W/09 N" (Länge: 120 cm)
25 UV-B: Phillips TL 40W/12 (Länge: 120 cm)

Für die Lampen wurde die in der Tabelle 1 angegebene Strah-
lungsflußverteilung ermittelt (Abstand ca. 65 cm, jeweils eine
Lampe).

30 Die Anthocyanbildung wurde über die Zunahme der Rotfärbung der Versuchsfrüchte nach den folgenden drei Verfahren bewertet.

35 1. Bestimmung der Chromameter-Werte (Y, x, y), wobei Y für Helligkeit, x für Blau-Gelb-Werte und y für Rot-Grün-Werte der Farbe steht. Aus diesen drei Zahlenwerten lässt sich jede Farbe somit wieder "zusammensetzen". Die erhaltenen Werte sind in hohem Maße reproduzierbar. Die Messungen wurden mit einem von der Firma Minolta hergestellten Gerät der Bezeichnung

- 13 -

"Chromameter II Reflectance" durchgeführt. Bei der Messung wurde die Versuchsfrucht wie folgt vermessen:

Der Meßkopf wurde dreimal abgelesen und es wurden Mittelwerte
5 für jeden Meßpunkt angegeben. Die Schwankungen sind $\leq 3\%$ vom
Mittel. Die Wertevariation liegt demzufolge in der zwangsläufig
nicht vollkommenen Gleichmäßigkeit der Früchte.

10 2. Photometrische Absorptionsmessungen bei 527,5 nm: nach dem Schälen der Frucht wurden drei kreisförmige Flächen von zusammen $2,4 \text{ cm}^2$ aus der Fruchtschale mit einem Korkbohrer ausgestanzt, die einmal unter Schütteln mit 1,5 ml einer Mischung aus 10N-HCl und Methanol im Volumen-Verhältnis 1/99 (1% 10N-HCl + 99% MeOH) extrahiert wurden. Dann maß man die Absorption
15 bei 527,5 nm des Extrakts in einer Küvette mit einer Pfadlänge von 1 cm unter Verwendung eines handelsüblichen Photometers, das von der Fa. Perkin-Elmer hergestellt wurde.

20 3. Optische Bewertung: vor dem Auslegen der Früchte wurden schwarze Klebetikette auf die Schale geklebt, unter denen beim Bestrahlen die ursprüngliche Farbe erhalten blieb. Nach Beendigung der Belichtung wurde auf einem Foto die ursprüngliche mit der direkt daneben entstandenen neuen Farbe verglichen. In den Fig. 2a-2b sind für mehrere der durchgeführten Versuche
25 die entsprechenden Fotografien beigefügt. Bei der optischen Bewertung wurden die Früchte wie folgt klassifiziert:

"+++" : sehr starke Rotfärbung
"++" : starke Rotfärbung
"+" : schwache Rotfärbung
30 "-/+": sehr schwache Rotfärbung"
"-" : keine Rotfärbung

Alle drei Methoden liefern völlig übereinstimmende Ergebnisse.

35 BEISPIEL 1 (Kinetik)

Frisch geerntete (Ernte Herbst 1997 und 1998) Äpfel der folgenden Sorten wurden vom Versuchsgut der Universität Hannover zur Verfügung gestellt. Die Bestrahlung der folgenden Sorten

- 14 -

wurde mit einer "halben Kammer" jeweils 0 bis 5 Tage nach der Ernte durchgeführt (Ausn.: Mutsu wurde in der "ganzen Kammer" untersucht).

5 Rotwerdende Sorten: *Cox Orange, Elstar, Gloster, Idared, Jonagold, Pilot;*
Gründe Sorten: *Golden Delicious, Zitronenapfel, Mutsu*

10 Ferner wurde in Beispiel 1 in einem Versuchsaufbau mit einer "ganzen Kammer" die Rotfärbung von bereits 30-50 Wochen gelagerten *Granny Smith*-Äpfel untersucht, die aus Neuseeland stammten.

15 Äpfel gleicher Färbung wurden aus einer jeden Sorte ausgewählt. Jeweils ein Apfel wurde dann über einen Zeitraum von 0, 3, 5 bzw. 7 Tagen in der zuvor beschriebenen Klimakammer (17°C) mit Dauerlicht bestrahlt. Als Lichtquellen wurden
• eine Mischung aus blauem Licht und weißem Licht (Erfindung)
• blaues Licht (Vergleich)
20 • UV-B (Erfindung)
• eine Mischung aus UV-B und weißem Licht (Erfindung)
• UV-A (Vergleich)
• eine Mischung aus UV-A und weißem Licht (Vergleich)
eingesetzt. Die Lichtquellen waren wie im Absatz ("Methodik"
25 beschrieben angeordnet.

30 Unmittelbar nach der Bestrahlung wurde jeder Apfel mit einem Chromameter vermessen. Dann entfernte man mit einem Korkbohrer ein Stück der Apfelschale, die dann nach dem zuvor beschriebenen Verfahren (2) auf ihren relativen Gehalt (bezogen auf die Nullwerte) an Anthocyan untersucht wurde.

35 Die Werte für "0 Tage" (Nullwert) wurde durch die Untersuchung einer abgeklebten Fläche oder durch Messung zu Versuchsbeginn erhalten.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2a zusammengestellt. Die Schwankungen der Meßwerte sind durch die niemals perfekte Übereinstimmung zwischen Äpfeln einer Meßreihe bedingt. Ein

- 15 -

Teil der Ergebnisse ist in den Fig. 2a-2b dargestellt, die 2 grünen Sorten zeigen (2a: Zitronenapfel, 2b: Golden Delicious), die jeweils 7 Tage mit den folgenden Lichtsorten bestrahlt wurden:

5 1. UV-A/Weiß, 2: UV-B, 3: Blau/Weiß, 4: UV-B/Weiß

Die Ergebnisse einer weiteren Versuchsreihe unter identischen Bedingungen, in der jedoch ausschließlich eine photometrische Anthocyanmessung nach 0 und 3 Tagen stattfand ist in Tabelle 10 2b dargestellt.

Die Zunahme roter Anthocyane bei der Bestrahlung mit UV-B oder UV-B/Weiß erkennt man in Fig. 2a und 2b an der Kreisfläche auf den Äpfeln, die dem mit einer lichtundurchlässigen Folie abgedeckten Bereich entspricht, und wo sich somit die Farbe der 15 unbestrahlten Äpfel erhalten hat.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Bildung roter Anthocyane durch 20 UV-B-Licht stark gefördert wurde, wobei man die Wirkung durch Beimischung von weißem Licht noch verstärken kann. Gute Ergebnisse erhielt man bei natürlicherweise rot werdenden Sorten 25 auch beim Bestrahlen mit einer Mischung aus weißem und blauem Licht. Die Effekte, die man mit einer Mischung aus weißem und blauem Licht erhält, waren jedoch bis auf wenige Ausnahmen schwächer als beim Bestrahlen mit UV-B-Licht oder beim Bestrahlen mit einer Mischung aus UV-B und weißem Licht, so daß man eine merkliche Rotfärbung erst ab einer Bestrahlungsdauer von mehr als 7 Tagen beobachtete. Blaues Licht allein zeigt eine wesentlich schwächere Wirkung als UV-B oder UV-B/weiß. 30 die Bestrahlung mit rotem Licht und UV-A (mit oder ohne weißes Licht) war nahezu wirkungslos. Da UV-A- und UV-B-Röhren im sichtbaren Bereich ungefähr die gleiche, wenn auch geringere Strahlungsdichte (vgl. Tabelle 1) zeigen, belegt dieses Ergebnis, daß die mit UV-B erzielten Ergebnisse nicht durch 35 "Verunreinigungen" mit weißem oder blauen Licht hervorgerufen werden.

Die Tabellen 2a und 2b (Mutsu, Zitronenapfel und Granny Smith) zeigen auch, daß man bei "grünen" Sorten eine Anthocyanbildung

- 16 -

nur mit UV-B-Licht, insbesondere in Mischung mit Weißlicht erreicht.

BEISPIEL 2 (Bestrahlung und Nachlagerung)

5

Die Apfelsorten *Cox Orange*, *Jonagold*, *Pilot* und *Golden Delicious* wurden unter den in Beispiel 1 angegebenen Bedingungen 0h, 12h, 24h, 32h und 40h mit einer Mischung aus UV-B Licht und weißem Licht in der Klimakammer (17°C) bestrahlt. Die Messung der Anthocyanbildung erfolgte in Beispiel 2 nicht nur unmittelbar nach der Bestrahlung, sondern auch nach einer zusätzlichen 7-tägigen Lagerung in einem Kühlschrank (bei 4°C). Die Messung der Anthocyanbildung erfolgte mit den zuvor erläuterten Verfahren (1) und (2). Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Die mit Pilotäpfeln erhaltenen Ergebnisse (und zusätzliche Messungen an Pilotäpfeln nach 28h, 36h, 48h, 52h und 60h) sind in Fig. 3 graphisch dargestellt. Fig. 3 ist ein Balkendiagramm, in dem die Anthocyanbildung (gemessen durch Absorptionsmessungen bei 527,5 nm) für Pilotäpfel dargestellt sind, bei denen die Messung entweder sofort nach der Bestrahlung oder nach einer zusätzlichen Nachlagerung von einer Woche bei 4°C im Dunkeln vorgenommen wurde. Die beobachteten geringfügigen Schwankungen beruhen darauf, daß die Messungsreihe mit unterschiedlichen Äpfeln vorgenommen werden mußte.

25

Die Ergebnisse zeigen, daß bei der Bestrahlung mit einer Mischung aus UV-B-Licht und weißem Licht schon 12h genügen, um eine merkliche Anthocyanbildung hervorzurufen.

30 Der Vergleich mit den entsprechenden Werten des Beispiels 1 zeigt ferner, daß während der Nachlagerung im Dunkeln (4°C) sich weiterhin Anthocyan bildete. Sehr gute Werte erhält man bereits bei einer 24-stündigen Bestrahlung und einer 7-tägigen Nachlagerung.

35

BEISPIEL 3 (Lageräpfel):

Frisch geerntete Äpfel der folgenden Sorten wurden bis zu 4 Monaten bei Normalbedingungen oder bis zu 12 Monaten unter

- 17 -

ULO-Bedingungen gelagert und dann unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 bestrahlt, abgesehen davon, daß man über eine Dauer von 3 Tagen bzw. 7 Tagen (teilweise 13 Tage) bestrahlte, wobei man je nach Lichtquelle(n) die folgenden Messungen durchführte:

7-Tage-Werte (13 Tage-Werte) für Blau / Blau + Weiß / UV-A, 3-Tage-Werte für UV-B und UV-B + Weiß.

Die Anthocyanbildung wurde nach den Verfahren (1) bis (3) bestimmt.

10

Rotwerdenden Sorten: Cox Orange, Elstar, Gloster, Idared, Jonagold, Pilot;

Grüne Sorten: Golden Delicious, Granny Smith und Mutsu.

15 Die (nicht dargestellten) Ergebnisse zeigten, daß auch bei der Bestrahlung von längerer Zeit gelagerten Äpfeln mit einer Mischung aus UV-B und weißem Licht die Rotfärbung bei allen Äpfeln nach drei Tagen voll ausgebildet war.

20 Die Mischung aus blauem + weißem Licht zeigte eine stärkere Wirkung als bei frisch geernteten Äpfeln. So erhält man im Unterschied zu frisch geernteten Äpfeln (vgl. Tabelle 2) bereits nach 7 Tagen eine merkliche Rotfärbung. Bei einer Bestrahlung mit einer Mischung aus blauem und weißem Licht von gelagerten 25 Idared-Äpfeln erhält man beispielsweise nach 13 Tagen eine leuchtend rote Färbung, ausgehend von grünen Äpfeln.

Bei schlecht rot werdenden Sorten (z.B. Cox Orange) hat UV-B allein eine stark beschleunigende Wirkung, ebenso wie bei allen anderen Sorten. Bei den ohnehin relativ gut rot werdenden 30 Sorten z.B. Pilot und Gloster hat schon blaues Licht (oder eine Mischung aus blauem und weißem) eine beschleunigende Wirkung.

35 Der Zeitverlauf der Rotfärbung ist bei den gut rot werdenden Sorten nicht wesentlich schneller als bei den grünen Sorten.

- 18 -

Der überraschendste Befund war jedoch, daß alle drei "grünen" Sorten mit UV-B allein, oder noch stärker, mit UV-B + weiß, ebenfalls vollständig rot werden.

5 BEISPIEL 4 (andere Früchte):

Gelagerte, noch grüne Birnen der Sorte Abate (Herkunftsland: Italien) wurden auf die gleiche Weise wie in Beispiel 1 bestrahlt, jedoch nur mit UV-B-Licht, UV-B- und Weißlicht, Blau-licht und Blau- und Weißlicht. Nur UV-B- bzw. UV-B und Weiß-licht führten zu einer Rötung der Früchte nach 3 bis 7 Tagen.

Dieses Ergebnis zeigt, daß das erfindungsgemäße Verfahren auch auf andere Früchte als Äpfel anzuwenden ist.

Tabelle 1

Strahlungsflußverteilung (W/m²)

	UV-C 100-280 nm	UV-B 280-315 nm	UV-A 315-400 nm	VIS		
				Blau (400-510nm)	(510-620nm)	(400 - 780 nm)
TLD 36 W/83 (weiß)	0	0	0,1	2,5	9,1	10,0
TLD 36 W/18 (blau)	0	0	0,1	12,2	2,0	0,3
TLD 36 W/15 (rot)	0	0	0,05	0,16	0,19	4,5
TL 60 W/09 N' (UV-A)	0	0,11	31,4		5,25	
TL 40 W/12 (UV-B)	0,3 max.	16,8	9,9		2,5	

Tabelle 2a

Lichtquelle	Chromameterwerte (Y/x/y)	Idared			Jonagold			Pilot		
		Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	
Blau	0 Tage	37,4/0,348/0,429	0,413	-	33,6/0,347/0,418	0,173	-	34,6/0,347/0,431	0,154	-
	3 Tage	34,3/0,346/0,427	(c)	-	34,0/0,347/0,421	-	-	35,3/0,351/0,432	-	
	5 Tage	33,3/0,349/0,435			32,4/0,351/0,425			32,1/0,354/0,443		
	7 Tage	34,4/0,354/0,445	0,180	-	28,2/0,353/0,426	0,159	-	33,4/0,358/0,450	0,152	-
	9 Tage	35,5/0,348/0,428		-	33,4/0,347/0,426		-	31,0/0,350/0,425	-	
Blau + Weiß	5 Tage	34,9/0,349/0,434			31,9/0,348/0,432			30,3/0,352/0,432		
	7 Tage	33,9/0,350/0,438	0,144	-	31,1/0,352/0,431	0,137	-	30,8/0,353/0,438	0,195	-
	9 Tage	34,2/0,348/0,430		-	32,4/0,345/0,422		-	32,3/0,348/0,429		
	11 Tage	34,8/0,353/0,441			30,2/0,350/0,433			28,4/0,349/0,441		
	13 Tage	39,9/0,354/0,436	0,089	-	33,5/0,352/0,437	0,105	-	31,6/0,352/0,446	0,132	-
UV-A	3 Tage	37,0/0,344/0,425		-	32,4/0,346/0,422		-	33,6/0,349/0,432	-	
	7 Tage	37,1/0,351/0,434			32,1/0,348/0,428			32,1/0,351/0,440		
	11 Tage	36,9/0,353/0,437	0,108	-	29,7/0,352/0,430	0,161	-	31,7/0,355/0,447	0,087	-
	13 Tage	28,0/0,359/0,401	-/+		26,1/0,366/0,387	-/+		21,0/0,377/0,369	+	
	15 Tage	23,8/0,372/0,385			21,7/0,373/0,383			17,8/0,381/0,364		
UV-B	7 Tage	28,8/0,377/0,408	0,430	+	19,3/0,383/0,376	0,320	++	16,3/0,388/0,366	0,782	++
	9 Tage	24,3/0,363/0,414		+	21,4/0,359/0,373		+	16,9/0,369/0,348	++	
	11 Tage	21,4/0,378/0,374			17,0/0,368/0,357			13,2/0,366/0,335		
	13 Tage	17,8/0,376/0,369	1,076	+++	17,2/0,373/0,367	1,008	+++	12,9/0,372/0,338	1,950	+++

Tabelle 2a (Fortsetzung)

Lichtquelle		Cox Orange				Elstar				Gloster	
		Chromameterwerte (Y/x/y)	opt. Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm)	opt. Auswertung	
	0 Tage	38,6/0,349/0,427	0,086	-	40,7/0,352/0,424	0,118	-	41,2/0,345/0,411	0,183	-	
Blau	3 Tage	40,4/0,349/0,422	-	-	37,5/0,353/0,423	-	-	37,6/0,353/0,383	-/+		
	5 Tage	37,2/0,345/0,433			36,8/0,358/0,433			32,8/0,363/0,380			
	7 Tage	34,3/0,355/0,440	0,133	-/+	37,9/0,360/0,438	0,135	-	28,5/0,372/0,374	0,256	-/+	
	3 Tage	39,5/0,351/0,427	-	-	39,4/0,352/0,424	-	-	39,0/0,348/0,402	-		
Blau + Weiß	5 Tage	39,9/0,353/0,431			32,1/0,353/0,435			35,6/0,355/0,389			
	7 Tage	35,7/0,355/0,439	0,100	-	39,3/0,357/0,435	0,087	-	32,5/0,362/0,382	0,237	-/+	
UV-A	3 Tage	37,5/0,353/0,432	-	-	32,7/0,348/0,421	-	-	40,0/0,345/0,410	-		
	5 Tage	38,2/0,357/0,443			32,5/0,353/0,435			38,0/0,355/0,405			
	7 Tage	33,9/0,356/0,444	0,127	-	32,1/0,357/0,441	0,095	-	31,5/0,362/0,382	0,170	-	
UV-A + Weiß	3 Tage	37,9/0,351/0,427	-	-	35,1/0,348/0,425	-	-	37,7/0,349/0,397	-		
	5 Tage	33,1/0,349/0,430			33,6/0,352/0,435			32,1/0,355/0,386			
	7 Tage	33,1/0,354/0,439	0,098	-	32,1/0,357/0,441	0,150	-	32,5/0,359/0,403	0,205	-	
UV-B	3 Tage	20,9/0,369/0,362	+	+	23,5/0,367/0,376	+	+	20,5/0,378/0,348	+	++	
	5 Tage	17,9/0,376/0,363			19,4/0,378/0,366			18,1/0,387/0,342		++	
	7 Tage	22,0/0,385/0,380	0,679	+++	20,3/0,381/0,377	0,853	+++	15,3/0,387/0,346	0,832	+++	
	3 Tage	17,1/0,367/0,350		++	21,3/0,379/0,360	++	+	19,6/0,370/0,340	+	++	
UV-B + Weiß	5 Tage	15,6/0,376/0,346			17,6/0,388/0,351			17,5/0,377/0,339			
	7 Tage	14,4/0,379/0,346	1,472	+++	18,3/0,384/0,362	1,421	++	16,1/0,377/0,341	2,509	+++	

Tabelle 2a (Fortsetzung)

Lichtquelle		Golden Delicious		Zitronen- apfel		Granny Smith	
		Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm) opt. Auswertung	Chromameterwerte (Y/x/y)	Absorption (527,5 nm) opt. Auswertung	Mutsu	Absorption (527,5 nm) opt. Auswertung
Blau	0 Tage	35,2/0,345/0,418	0,124	-	41,4/0,346/0,421	0,144	-
Blau	3 Tage	36,8/0,346/0,420	-	-	34,0/0,347/0,426	-	0,184
Blau	5 Tage	35,0/0,349/0,431	-	-	32,0/0,348/0,434	-	-
Blau	7 Tage	35,7/0,355/0,435	0,172	-	32,5/0,355/0,444	0,089	-
Blau + Weiß	3 Tage	33,4/0,345/0,422	-	-	32,7/0,349/0,425	-	0,126
Blau + Weiß	5 Tage	31,0/0,346/0,426	-	-	32,4/0,353/0,435	-	-
UV-A	7 Tage	31,9/0,349/0,431	0,189	(b)	32,2/0,356/0,441	0,068	(a)
UV-A	3 Tage	38,3/0,350/0,421	-	-	32,2/0,346/0,421	-	0,132
UV-A + Weiß	5 Tage	34,4/0,353/0,427	-	-	32,6/0,350/0,437	-	-
UV-B	7 Tage	33,3/0,353/0,435	0,087	-	32,0/0,353/0,444	0,127	-
UV-B	3 Tage	35,9/0,348/0,425	-	-	34,1/0,348/0,429	-	-
UV-B + Weiß	5 Tage	36,2/0,350/0,431	-	-	30,1/0,348/0,433	-	-
UV-B	7 Tage	34,5/0,354/0,439	0,137	(b)	30,8/0,353/0,443	0,134	(a)
UV-B	3 Tage	23,9/0,359/0,382	+	+	24,7/0,369/0,377	+	-
UV-B	5 Tage	19,8/0,364/0,380	-	-	17,2/0,379/0,354	-	0,153
UV-B	7 Tage	19,8/0,374/0,389	0,508	++(b)	16,2/0,384/0,364	0,750	++(a)
UV-B + Weiß	3 Tage	26,0/0,368/0,368	+	+	20,2/0,375/0,353	++	0,512
UV-B + Weiß	5 Tage	18,2/0,379/0,360	-	-	15,2/0,378/0,338	-	++
UV-B + Weiß	7 Tage	17,2/0,384/0,361	1,039	++(b)	13,5/0,380/0,337	1,953	++(a)

(a) vgl. Fig. 2a
(b) vgl. Fig. 2b

(c) bei leeren Kästchen keine Messung durchgeführt

Tabelle 2b

Lichtquelle	Idared	Jonagold	Pilot	Cox Orange	Eistar	Gloster	Golden Delicious	Zitronen- apfel
	Absorption (527,5 nm)							
0 Tage	0,183	0,129	0,148	0,154	0,173	0,146	0,207	0,144
Blau	3 Tage	0,246	0,224	0,167	0,197	0,144	0,304	0,140
Blau + Weiß	3 Tage	0,170	0,137	0,243	0,126	0,179	0,332	0,135
UV-A	3 Tage	0,258	0,132	0,211	0,196	0,172	0,216	0,162
UV-A + Weiß	3 Tage	0,193	0,190	0,203	0,192	0,169	0,387	0,136
UV-B	3 Tage	0,485	0,485	0,858	0,283	0,582	0,459	0,500
UV-B + Weiß	3 Tage	0,871	0,973	1,919	0,461	1,089	1,582	0,668

Tabelle 3

	Cox Orange	Jonagold	Pilot	Golden Delicious
Bestrahlungs- dauer mit UV- B/Weiß-Licht	Absorption (527,5nm)	Chromameter- werte (Y/x/y)	Absorption (527,5nm)	Absorption (527,5nm)
		Chromameter- werte (Y/x/y)	Chromameter- werte (Y/x/y)	Chromameter- werte (Y/x/y)
0 h B	40,6/0,378/0,474	0,149	39,5/0,361/0,428	0,128
12 h B	41,6/0,386/0,435	0,163	40,7/0,359/0,428	0,13
12 h B + 7 Tage L	43,5/0,406/0,437	0,248	36,7/0,383/0,439	0,118
1 Tag B	38,2/0,376/0,438	0,199	48,0/0,372/0,425	0,113
1 Tag B + 7 Tage L	31,8/0,407/0,409	0,258	26,3/0,408/0,400	0,233
32 h B	35,0/0,408/0,417	0,209	42,9/0,382/0,431	0,155
32 h B + 7 Tage L	39,2/0,388/0,432	0,249	24,0/0,413/0,380	0,363
40 h B	34,2/0,400/0,421	0,225	37,3/0,386/0,409	0,183
40 h B + 7 Tage L	31,7/0,407/0,405	0,281	23,1/0,405/0,393	0,413

B = Bestrahlung

L = Lagerung

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Hervorrufen oder Fördern einer Anthocyanfärbung in grundsätzlich Anthocyan-bildenden Pflanzen und/oder Früchten, dadurch gekennzeichnet, daß man die Pflanzen und/oder Früchte mit UV-B-Licht oder einer Mischung aus UV-B und weißem Licht oder mit weißem und blauem Licht bestrahlt.
- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung bezogen auf die Wattleistung wenigstens 10% Licht im Wellenlängenbereich zwischen 280 und 315 nm UV-B-Licht enthält, vorzugsweise wenigstens 20%.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Früchte aus Äpfeln und Birnen ausgewählt werden.
- 15 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Apfelsorten ausgewählt sind aus *Cox Orange*, *Elstar*, *Gloster*, *Idared*, *Jonagold* und *Pilot*.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Rotfärbung bei natürlicherweise nicht rotwerdenden Apfelsorten ausbildet, wobei die Apfelsorten vorzugsweise ausgewählt sind aus *Golden Delicious*, *Zitronenapfel*, *Granny Smith* und *Mutsu*.
- 25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß man die Pflanzen und/oder Früchte über eine Dauer zwischen 6 Stunden und mehreren Tagen, vorzugsweise zwischen 12 h und 72 h bestrahlt.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß man die Bestrahlung bei einer Temperatur von 0 bis 30°C, vorzugsweise 5 bis 25°C durchführt.
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der zu bestrahlenden Pflanzen

und/oder Früchte zu der oder den Lichtquellen bis zu 3 m, vorzugsweise 25 bis 100 cm beträgt.

5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß man die Früchte nach der Bestrahlung im Dunkeln lagert.

10 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß man über eine Dauer von 12 bis 72 h bestrahlt und anschließend bei 0-10°C für mindestens 2 Tage im Dunkeln lagert.

15 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Früchte nach der Bestrahlung in einem ULO-Lager oder CA-Lager gelagert werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Ausbildung einer Aussparung der Anthocyanfärbung mit einer beliebig gewählten Form vor der Bestrahlung eine lichtundurchlässige Abdeckung mit dieser Form 20 auf die nicht oder wenig gefärbten Pflanzen und/oder Früchte aufbringt und die Abdeckung nach der Bestrahlung wieder entfernt.

25 13. Eine Anthocyanfärbung aufweisende Pflanze und/oder Frucht, dadurch gekennzeichnet, daß sie nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 5 bis 12 erhältlich ist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat: Application No
PCT/DE 00/00068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A01G7/04 A01H3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 A01G A01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ARAKAWA, O.: "Photoregulation of Anthocyanin Synthesis in Apple Fruit under UV-B and Red Light" PLANT CELL PHYSIOLOGY, vol. 29, no. 8, 1988, pages 1385-1389, XP000911138 page 1386, left-hand column, paragraph 2; tables ----	1-3, 6, 7, 9, 13
Y	page 1386, left-hand column, paragraph 2; tables ----	10, 11 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

30 May 2000

20/06/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fons Cavestany, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat I Application No
PCT/DE 00/00068

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>ARAKAWA ET AL.: "Relative effectiveness and interaction of ultraviolet-B, red and blue light in anthocyanin synthesis of apple fruit" <i>PHYSIOLOGIA PLANTARUM</i>, vol. 64, 1985, pages 323-327, XP000911121 Copenhagen page 323, right-hand column, paragraph 2 page 324, right-hand column, paragraph 1 page 325, right-hand column, paragraph 2</p> <p>---</p>	1-3
Y	<p>DATABASE BIOSIS 'Online' BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US AN PREV199698593748, 1995 YANG YONG-JOON: "Changes in carotenoid pigments in the peel of "Fuji" apple fruit during cold CA storage." XP002139108 & <i>Journal of the Korean Society of Horticultural Science</i>, vol 36, pages 662-668 abstract</p> <p>---</p>	11
Y	<p>FR 2 542 567 A (GTE LABORATORIES INC) 21 September 1984 (1984-09-21) claim 8</p> <p>---</p>	10
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 388 (C-630), 28 August 1989 (1989-08-28) & JP 01 137925 A (ATSUSHI MAKINAE), 30 May 1989 (1989-05-30) abstract</p> <p>-----</p>	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/00068

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
FR 2542567	A 21-09-1984	CA	1243237 A	18-10-1988
		DE	3409796 A	29-11-1984
		JP	59179017 A	11-10-1984
JP 01137925	A 30-05-1989	NONE		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat ies Aktenzeichen
PCT/DE 00/00068

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A01G7/04 A01H3/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 A01G A01H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	ARAKAWA, O.: "Photoregulation of Anthocyanin Synthesis in Apple Fruit un UV-B and Red Light" PLANT CELL PHYSIOLOGY, Bd. 29, Nr. 8, 1988, Seiten 1385-1389, XP000911138 Seite 1386, linke Spalte, Absatz 2; Tabellen ----	1-3, 6, 7, 9, 13
Y	Seite 1386, linke Spalte, Absatz 2; Tabellen ---- -/-	10, 11

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussistung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Mai 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/06/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Font Cavestany, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. les Aktenzeichen
PCT/DE 00/00068

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ARAKAWA ET AL.: "Relative effectiveness and interaction of ultraviolet-B, red and blue light in anthocyanin synthesis of apple fruit" PHYSIOLOGIA PLANTARUM, Bd. 64, 1985, Seiten 323-327, XP000911121 Copenhagen Seite 323, rechte Spalte, Absatz 2 Seite 324, rechte Spalte, Absatz 1 Seite 325, rechte Spalte, Absatz 2 ---	1-3
Y	DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US AN PREV199698593748, 1995 YANG YONG-JOON: "Changes in carotenoid pigments in the peel of "Fuji" apple fruit during cold CA storage." XP002139108 & Journal of the Korean Society of Horticultural Science, vol 36, pages 662-668 Zusammenfassung ---	11
Y	FR 2 542 567 A (GTE LABORATORIES INC) 21. September 1984 (1984-09-21) Anspruch 8 ---	10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 388 (C-630), 28. August 1989 (1989-08-28) & JP 01 137925 A (ATSUSHI MAKINAE), 30. Mai 1989 (1989-05-30) Zusammenfassung -----	12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Nr. Aktenzeichen

PCT/DE 00/00068

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2542567	A	21-09-1984	CA 1243237 A	18-10-1988
			DE 3409796 A	29-11-1984
			JP 59179017 A	11-10-1984
JP 01137925	A	30-05-1989	KEINE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)